

MEASURING METHOD OF CURVED SURFACE

Publication number: JP8285506

Publication date: 1996-11-01

Inventor: INOKUCHI MITSUMOTO; ISHIGURO SHINJI; TAMURA KEISUKE

Applicant: TOYOTA MOTOR CORP

Classification:

- international: G01B5/20; G01B5/20; (IPC1-7): G01B5/20

- european:

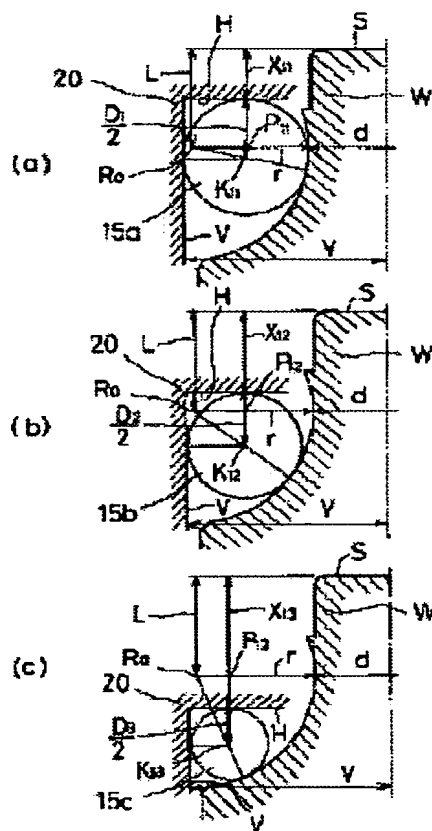
Application number: JP19950115224 19950417

Priority number(s): JP19950115224 19950417

Report a data error here

Abstract of JP8285506

PURPOSE: To obtain a measuring method of a curved surface which enables easy determination of the radius of curvature and the center of curvature of the curved surface of a workpiece. **CONSTITUTION:** Distances X_{11} , X_{12} and X_{13} between the horizontal restraining face H of a step part of a restraining member 20 and a reference position S of a workpiece W are measured by using reference spheres 15a, 15b and 15c being different in a diameter. The radius Y of the vertical restraining face V of the restraining member and the respective diameters D_1 , D_2 and D_3 of the reference spheres are measured beforehand. Three unknown quantities, a distance L from the reference position S of the workpiece W to the center R_0 of curvature, the radius (r) of curvature of a curved surface of the workpiece W from the center R_0 of curvature, and a base diameter (d) of the curved surface of the workpiece W, are determined by applying a theorem of three squares to the distances X_{11} , X_{12} , and X_{13} , in relation to the respective diameters of the reference spheres 15a, 15b and 15c as variables, the diameters D_1 , D_2 and D_3 of the reference spheres and the radius Y of the restraining member and by setting up simultaneous equations as to them.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-285506

(43) 公開日 平成8年(1996)11月1日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 B 5/20

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 B 5/20

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-115224

(22) 出願日 平成7年(1995)4月17日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 井ノ口 三元

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 石黒 慎治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 田村 啓介

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

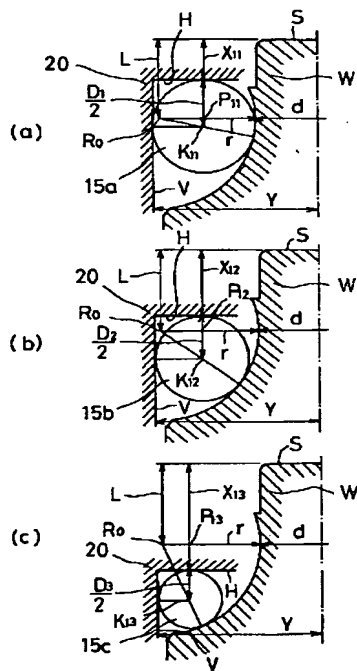
(74) 代理人 弁理士 萼 経夫 (外2名)

(54) 【発明の名称】 曲面測定方法

(57) 【要約】

【目的】 ワークの曲面の曲率半径と曲率中心の位置を容易に求めることができる曲面測定方法を提供する。

【構成】 異なる径の基準球15a, 15b, 15c を用いて拘束部材20の段部の水平拘束面HとワークWの基準位置Sとの距離 X_{11} , X_{12} , X_{13} を測定する。拘束部材の垂直拘束面Vの半径Yおよび各基準球の直径 D_1 , D_2 , D_3 は予め測定されている。ワークWの基準位置Sから曲率中心 R_0 までの距離L、曲率中心 R_0 からワークWの曲面の曲率半径r、ワークWの曲面の底径dの3つの未知数は、変数として基準球15a, 15b, 15c の各径に対する距離 X_{11} , X_{12} , X_{13} と、各基準球の直径 D_1 , D_2 , D_3 と拘束部材の半径Yに三平方の定理を適用させ、連立させることによって求められる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基準球を拘束部材の拘束面とワークの曲面との間に拘束し、予め設定されたワークの基準位置から基準球と拘束部材の拘束面との当接位置までの距離を測定することを特徴とする曲面測定方法。

【請求項 2】 基準球、または、拘束部材の少なくとも一方を可変とし、各基準球または拘束部材において複数回測定を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の曲面測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばボールベアリングの転動面のような曲面を有するワークの曲率半径とその曲率中心位置を求めるための曲面測定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、ワークの曲面を測定するためには、三次元測定機等の汎用測定機によって曲面の形状寸法を座標値として測定している。また、ボール転動溝の形状を測定するための測定器として、実開昭 5 6－1 6 9 2 0 2 号公報に開示されているように、転動するボールと同一直径の球状部を有する主軸をボール転動溝に係合した状態でその軸線周りに回転させ、球状部から突出してボール転動溝に接触する接触子の動きを測定するものが知られている。

【0003】 また、上記従来の技術の他には、曲率測定機として特開平 2－1 6 7 4 1 9 号公報に開示されているように、非接触変位計をマスタ円板の曲面に対向させ、マスタ円板を回転させ、非接触変位計の出力を読み取りながらマスタ円板とこれに固定された測定サンプルを同一平面内で移動させ、マスタ円板の曲率中心を求め、マスタ円板を回転させることによって曲率の軌跡を記録し、非接触変位計を測定サンプルの曲面に対向させ、マスタ円板と同様に測定サンプルの曲面の曲率を求め、その曲率の軌跡を記録することによってマスタ円板の曲率の軌跡に対する測定サンプルの曲率を求めるものが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の技術のうち、三次元測定機等の汎用測定機によってワークの曲面を測定する場合にあっては、ワークの曲面の形状寸法を正確に測定するために、ワークの曲面の座標値を測定する箇所を多くする必要があり、また、測定した座標値から曲率半径および曲率中心位置を求めるための計算処理が多くなり、煩雑であるという問題があった。さらに、三次元測定機等の汎用測定機は精密測定機であるため、その精度を維持するためには使用場所が精密測定室等に限定され、また、使用場所のための設備を要することによって大型で高価なものとなるという問題もあった。

【0005】 実開昭 5 6－1 6 9 2 0 2 号公報に開示されたものは、ボール転動溝の形状を測定するためボール転動溝形状測定器であり、ボール転動溝のボールと転動面との接触角と曲率半径を求めることができるが、曲率中心を求めることができないという問題があった。

【0006】 特開平 2－1 6 7 4 1 9 号公報に開示された曲率測定器は、非接触変位計の出力を読み取って、非接触変位計の出力が 0 になるまで繰り返しマスタ円板と測定サンプルを移動させなければならず、手間がかかるという問題があった。また、このものは、回転角検出手段と非接触変位計の出力を記録する必要があるという問題があった。

【0007】 本発明は、上記問題に鑑みてなされたもので、簡単な構造の測定装置を用いてワークを測定し、容易にワークの曲率半径とその曲率中心位置を求めることができる曲面測定方法を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、本発明の請求項 1 に係る曲面測定方法は、基準球を拘束部材の拘束面とワークの曲面との間に拘束し、予め設定されたワークの基準位置から基準球と拘束部材の拘束面との当接位置までの距離を測定することを特徴とするものである。

【0009】 本発明の請求項 2 に係る曲面測定方法は、基準球、または、拘束部材の少なくとも一方を可変とし、各基準球または拘束部材において複数回測定を行うことを特徴とするものである。

【0010】

【作用】 本発明の曲面測定方法では、基準球をワークの曲面と拘束部材の拘束面との間に拘束し、予め設定されたワークの基準位置から基準球の拘束面までの距離を測定する。このワークの基準位置から基準球を拘束した拘束部材の拘束面までの距離の測定は、基準球、または、拘束部材の拘束面の径を少なくとも未知数の数以上に変化させ、各基準球または拘束部材に対して行われる。予め測定された基準球および拘束面の径と、計測された各変数に対するワークの基準位置から基準球の拘束面までの距離とからワークの曲面の曲率半径と曲率中心の位置を求めることができる。

【0011】

【実施例】 まず最初に、本発明に係る曲面測定方法に用いられる曲面測定装置の一実施例について、図 1 乃至図 3 に基づいて説明する。なお、図において同一符号は同一部分または相当部分とする。

【0012】 この実施例における曲面測定装置は、例えばドライブシャフト、等速ジョイント、ドライブピニオン、ステアリングコラム、トランスミッション、アクスル等、ボールベアリングが転動するような曲面を有するものをワーク W として、これらのワーク W の曲面を測定

の対象としている。

【0013】曲面測定装置は、図1に示すように、基台1上に設けられたワーク支持台2と、このワーク支持台2の上方に配置され、ワークWに対して近接遠退可能に支持された曲面測定部3とによって構成されている。

【0014】ワーク支持台2は、基台1上に設けられたフレーム5に、ワークWを支持するターンテーブル6が回転可能に設けられたものである。ターンテーブル6の上面にはワークWに嵌合するボス7が形成され（図2参照）、また、ターンテーブル6を枢支する回転軸（図示を省略した）の下部にはプーリ8が設けられている。プーリ8にはモータ等の駆動手段がベルトを介して接続され（図示を省略した）、ターンテーブル6に支持されたワークWを任意に回転させることができる。なお、プーリ8とベルトに換えて、スプロケットとチェーンとすることもできる。

【0015】ワーク支持台2の上方にフレーム10が所定の高さで設けられ、フレーム10にシリンダ11およびガイドロッド12が設けられ、シリンダ11のピストンロッド11aおよびガイドロッド12の下端には昇降プレート13が設けられ、曲面測定部3は昇降プレート13に取付けられてワークWに対して近接遠退可能に支持されている。

【0016】図2にその詳細を示すように、曲面測定部3は、概略、複数の基準球15と、基準球15をワークWの曲面との間に拘束可能に支持する基準球支持拘束手段16と、ワークWの基準位置Sから基準球支持拘束手段16によってワークWの曲面との間に拘束された基準球15までの距離を測定する測定手段17とから構成されている。

【0017】この実施例における基準球15は、ワークWの曲面に応じて直径の異なるものが用意され、3個以上の同径のものがワークWの曲面に等間隔で当接するように配置される。

【0018】基準球支持拘束手段16は、図2に示すように、基準球15を拘束するための段部が形成された筒状の拘束部材20と、基準球15を回転可能に支持する基準球支持部材21とを備えてなるものである。

【0019】拘束部材20は、昇降プレート13にボルト22によって取付けられた支持部材23に挿通されて摺動可能に支持されている。拘束部材20は、その上方に長手方向に延在する長溝24が形成され、支持部材23に取付けられたピン25が長溝24に係合されることによって、支持部材23に対する上下方向の移動がガイドされると共に径方向の回転が制限されている。拘束部材20の下端内周には、基準球15を確実に拘束することができるように、用意されたうちで最大の基準球15の半径以上に設定された水平拘束面Hおよび垂直拘束面Vを有する段部が設けられている（図2および図3参照）。また、拘束部材20には、外周に突出するように形成されたフランジ26を有する係合部材27が内嵌されてボルト28によって取付けられている。

【0020】基準球支持部材21は、拘束部材20の水平拘束面Hおよび垂直拘束面VとワークWの曲面との間に拘束された同径の基準球15を回転可能に支持するための軸30が下端に形成され、また、内周に突出する係合部31が上端に形成されてなるものである。そして、基準球支持部材21は、係合部31が係合部材27のフランジ26に係合され、拘束部材20の下端に吊り下げられるように取付けられている。なお、この実施例においては、基準球15を基準球支持部材21の軸30に回転可能に支持した例によって説明したが、これに限定されることなく、例えば、基準球15を強磁性体によって形成すると共に、拘束部材20の段部にマグネットを埋設して基準球を拘束部材の段部に吸着させる等とすることもできる。また、基準球15の直径を可変とするために、直径の異なる各基準球15を基準球支持部材21の軸30に取り外し可能に支持して基準球15だけを径の異なるものに取り換えるものとしてでき、あるいは、直径の異なる各基準球15毎にこれを支持する基準球支持部材21を用意して必要とする基準球15を支持した基準球支持部材21に取り換えるものとしてすることもできる。

【0021】この実施例においては、ターンテーブル6に支持されたワークWの基準位置Sは、その上端面に設定されている。そして、この基準位置Sと拘束された基準球15との距離を測定するための測定手段17は、基準球15を拘束する拘束部材20に対して相対的に移動可能に支持されたワークWの上端面に当接する当接部材33と、拘束部材20と当接部材33との相対移動量を測定する変位センサ34とから構成されている。

【0022】ワークWの上端面Sに当接する当接部材33は、図2に示すように、拘束部材20の内側に摺動可能に嵌挿されたシャフト35の下端に、ベアリング36を介して回転可能に支持されている。当接部材33の下端面の位置は、拘束部材20の段部の水平拘束面Hと同じ高さに配置されている。拘束部材20の内周上部には段部37が形成され、シャフトの上部にはフランジ38が形成され、フランジ38が段部37によって受け止められている。拘束部材20の上端面には蓋部材39がボルト40によって取付けられ、蓋部材39とシャフト35のフランジ38との間には圧縮バネ41が介在され、当接部材33がワークWの上端面Sに弾性的に当接するように付勢されている。

【0023】変位センサ34は、蓋部材39の上面に設けられたセンサ支持部材44に取付けられ、その検出ロッド34aの先端がシャフト35の上端面の中心に当接されている。そして、シャフト35に支持された当接部材33の下端面が拘束部材20の段部の水平拘束面Hと同じ高さに位置する状態で、変位センサ34は0に設定されている。また、昇降プレート13の上面にはダンパ取付部材45が設けられ、ダンパ取付部材45にダンパ46が取付けられ、ダンパ46のロッドの先端46aが拘束部材20の上端面に取付けられた蓋部材39に当接して拘束部材20をワークWの方向

に付勢している。なお、この実施例においては、測定手段17として変位センサ34を用いた例によって説明するが、これに限定されることなく、例えばダイヤルゲージ等を用いることもできる。

【0024】上述した実施例における曲面測定装置は、基準球15の直径を可変としたものであるが、これに限定されることなく、例えば水平拘束面Hの径の異なる拘束部材20を用意してこれを必要に応じて取り換えたり、また例えば拘束部材20の水平拘束面Hを径方向に変化させることができるように構成する等、拘束部材20を可変とすることもでき、この場合においては、一定の径を有する基準球15を用いることもできる。すなわち、本発明に係る曲面測定方法に用いられる曲面測定装置は、基準球15および拘束部材20のいずれか一方または双方を可変とすることができるように構成されている。

【0025】次に、上述したように構成された曲面測定装置を用いてワークWの曲面を測定する場合の本発明に係る曲面測定方法の実施例について、詳細に説明する。

【0026】最初に、図1に示すように、曲面測定部3を上昇させた状態でワーク支持台2のターンテーブル6のボス7にワークWを嵌合する。次に、シリンダ11のピストンロッド11aを伸長させて曲面測定部3を下降させる。

【0027】ピストンロッド11aの伸長によって、基準球支持部材21に支持された基準球15はワークWの曲面に当接し、拘束部材20は水平拘束面Hおよび垂直拘束面VによってワークWの曲面との間に基準球15を拘束する。そして、当接部材33がワークWの上端面Sに当接し、当接部材33を支持しているシャフト35が拘束部材20に取付けられた変位センサ34の検出ロッド34aを拘束部材20に対して相対的に押し上げることとなる。

【0028】このとき、ターンテーブル6はプーリ8にベルトを介して接続された駆動手段によって常時回転されている。当接部材33は、ターンテーブル6に支持されて回転するワークWの上端面に当接され、シャフト35との間に介在されたベアリング36によって従動回転する。拘束部材20の水平拘束面Hと同じ高さの位置を0に設定された変位センサ34は、ワークWの上端面Sと基準球15との平均距離を測定することとなる。なお、この実施例

$$\begin{aligned} & \{ (D_1/2) + (d/2) + r - Y \}^2 + \{ X_{11} + (D_1/2) - L \}^2 \\ & = \{ r - (D_1/2) \}^2 \dots\dots \blacksquare \end{aligned}$$

【0032】また、直径 D_2 を有する基準球を用いた場合(図3(b)参照)および直径 D_3 を有する基準球を用いた場合(図3(c)参照)のワークWの基準位置S

$$\begin{aligned} & \{ (D_2/2) + (d/2) + r - Y \}^2 + \{ X_{12} + (D_2/2) - L \}^2 \\ & = \{ r - (D_2/2) \}^2 \dots\dots \blacksquare \\ & \{ (D_3/2) + (d/2) + r - Y \}^2 + \{ X_{13} + (D_3/2) - L \}^2 \\ & = \{ r - (D_3/2) \}^2 \dots\dots \blacksquare \end{aligned}$$

【0033】ワークWの基準位置Sから曲率中心 R_0 までの距離L、曲率中心 R_0 からワークWの曲面の曲率半

径r、ワークWの曲面の底径dの3つの未知数は、上述した3つの式■●■によって求められる。

05 においては、ターンテーブル6に支持されたワークWを常時回転駆動する例によって説明したが、この実施例に限定されることなく、ターンテーブル6を停止させた状態でワークWの曲面を測定し、駆動手段によってワークWを回転させてワークWの曲面に対する基準球15の位置を変え、ターンテーブル6の回転駆動を再度停止させてワークWの曲面を測定するように、ワークWの曲面の異なる部位を静止した状態で複数箇所測定した結果から平均を求めることもできる。

10 【0029】このようなワークWの基準位置Sと基準球15との距離の測定は、異なる径の基準球15を用いて同様に複数回行われ、得られた測定値からワークWの曲面の曲率と曲率中心位置とを求めることができる。ワークWの曲面の曲率と曲率中心位置の両方を求める場合においては、図3の(a)(b)(c)に示すように、3種類以上の直径が異なる基準球15a, 15b, 15cが用意される。図中、 R_0 はワークWの曲面の曲率中心を示し、Yは拘束部材の段部の半径、LはワークWの基準位置Sから曲率中心 R_0 までの距離、rは曲率中心 R_0 とするワークWの曲面の曲率半径、dはワークWの基準位置Sから距離LにおけるワークWの直径(ワークWの曲面の底径)を示している。

【0030】図3(a)は、直径 D_1 を有する基準球15aを用いて拘束部材20の段部の水平拘束面HとワークWの基準位置Sとの距離 X_{11} を測定する状態を示したものである。なお、拘束部材の段部の垂直拘束面Vの半径Yおよび基準球の直径 D_1 は予め測定されている。基準球の中心を K_{11} とし、基準球中心 K_{11} から水平拘束面Hに対して引いた垂線とこの垂線と直角に交わるようにワークWの曲面の曲率中心 R_0 から引いた交線との交点を P_{11} とする。

【0031】図3(a)中の各辺 R_0P_{11} 、 $P_{11}K_{11}$ 、 $K_{11}R_0$ の長さは、次式のように表すことができる。
 $R_0P_{11} = (D_1/2) + (d/2) + r - Y$
 $P_{11}K_{11} = X_{11} + (D_1/2) - L$
 $K_{11}R_0 = r - (D_1/2)$
 そして、各辺 R_0P_{11} 、 $P_{11}K_{11}$ 、 $K_{11}R_0$ の関係は、三平方の定理を適用させると次式■の関係が成り立つ。

と基準球を拘束する水平拘束面Hとの距離 X_{12} および X_{13} を測定し、式■と同様に三平方の定理を適用させると次式■および■の関係が成り立つ。

50 径r、ワークWの曲面の底径dの3つの未知数は、上述した3つの式■●■によって求められる。

【0034】なお、この実施例においては、ワークWの曲面の曲率半径 r と曲率中心 R_0 の位置とを求めるために、3種類以上の直径が異なる基準球15を用いた場合について説明したが、これに限定されることなく、直径が異なる基準球15の種類を多くすれば、測定精度が向上することは勿論である。また、ワークWの基準位置Sから曲率中心 R_0 までの距離 L 、曲率中心 R_0 からワークWの曲面の曲率半径 r 、ワークWの曲面の底径 d のうちの1つが判っている場合には、2種類の直径が異なる基準球15を用意すれば良い。

【0035】次に、本発明に係る曲面測定方法の別の実施例を図4に基づいて説明する。この実施例における曲面測定方法が上述した実施例と異なる点は、概略、上述した実施例はワークWの基準位置Sをワークの上端面に設定し、拘束部材20および基準位置当接部材33が図においてワークWの上方から近接して基準球15を拘束部材20の段部の水平拘束面Hおよび垂直拘束面VとワークWの曲面との間に拘束し、ワークWの上端面Sと基準球15を拘束する水平拘束面Hとの距離を測定するものであることに対し、この実施例においては、ワークWの基準位置Sをワークの中心線に設定し、ワークWの上端面から所定距離離れた支持部材50に転動可能に支持された基準球15を、拘束部材51によって図面において側方からワークWの曲面に向かって押圧して支持部材50と拘束部材51とワークWの曲面との間に拘束し、拘束部材51の拘束面とワークWの中心線Sとの距離を測定することにある。なお、上述した実施例と同様の部分については説明を省略し、上述した実施例と異なる部分についてのみ説明する。

【0036】この実施例における支持部材50は、基準球15を支持する面がワークWの上端面から所定距離離れ、かつワークWの上端面と平行に設けられている。基準球

$$\{ (D_1 / 2) + (d / 2) + r - Y \}^2 + \{ X_{21} + (D_1 / 2) - L \}^2 \\ = \{ r - (D_1 / 2) \}^2 \dots\dots \blacksquare$$

【0039】また、直径 D_2 を有する基準球15bを用いた場合（図4（b）参照）および直径 D_3 を有する基準球15cを用いた場合（図4（c）参照）のワークWの基

$$\{ (D_2 / 2) + (d / 2) + r - Y \}^2 + \{ X_{22} + (D_2 / 2) - L \}^2 \\ = \{ r - (D_2 / 2) \}^2 \dots\dots \blacksquare \\ \{ (D_3 / 2) + (d / 2) + r - Y \}^2 + \{ X_{23} + (D_3 / 2) - L \}^2 \\ = \{ r - (D_3 / 2) \}^2 \dots\dots \blacksquare$$

【0040】ワークWの基準位置Sから曲率中心 R_0 までの距離 L 、曲率中心 R_0 からワークWの曲面の曲率半径 r 、ワークWの曲面の底径 d の3つの未知数は、上述した3つの式■ ■ ■によって求められる。

【0041】なおこの実施例においては、ワークWの曲面の曲率半径 r と曲率中心位置 R_0 とを求めるために、3種類の直径が異なる基準球15を用いた場合について説明したが、上述した実施例と同様に、直径が異なる基準球15の種類を多くすれば、測定精度が向上することは勿

15は、上述したように、軸30やマグネットによって支持部材50に接した状態で、ワークWの中心に向かって径方向に移動可能に、かつ、拘束部材51によってワークWの曲面に向かって押圧されて支持部材50と拘束部材51とワークWの曲面との間に拘束された状態において転動可能に支持されている。基準球15は、上述した実施例と同様に、少なくとも3個以上がワークWの曲面に等間隔で当接するように配置されるもので、直径の異なるものが用意されている。拘束部材51には測定手段（図示を省略した）が設けられ、ワークWの基準位置としての中心線Sと拘束部材の拘束面との距離が測定される。ワークWの曲面の曲率半径 r と曲率中心位置 R_0 との両方を求める場合においては、図4の（a）（b）（c）に示すように、3種類以上の直径が異なる基準球15a, 15b, 15c が用意される。

【0037】図4（a）は、支持部材50に接した状態で支持された直径 D_1 を有する基準球15a が拘束部材51とワークWの曲面との間に拘束された状態を示したもので、基準球15a の中心を K_{21} とし、基準球中心 K_{21} から支持部材50の支持面に対して引いた垂線とこの垂線と直角に交わるようにワークWの曲面の曲率中心 R_0 から引いた交線との交点を P_{21} とする。なお、支持部材50のワークWの上端面からの距離 Y および基準球15a の直径 D_1 は予め測定されている。

【0038】図4（a）中の各辺 $R_0 P_{21}$ 、 $P_{21} K_{21}$ 、 $K_{21} R_0$ の長さは、次式のように表すことができる。

$$R_0 P_{21} = (D_1 / 2) + (d / 2) + r - Y$$

$$P_{21} K_{21} = X_{21} + (D_1 / 2) - L$$

$$K_{21} R_0 = r - (D_1 / 2)$$

そして、各辺 $R_0 P_{21}$ 、 $P_{21} K_{21}$ 、 $K_{21} R_0$ の関係は、三平方の定理を適用させると次式■の関係が成り立つ。

35 準位置Sと拘束部材51の拘束面との距離 X_{22} および X_{23} を測定し、式■と同様に三平方の定理を適用させると次式■および■の関係が成り立つ。

論である、また、ワークWの上端面から曲率中心 R_0 までの距離 L 、曲率中心 R_0 からワークWの曲面の曲率半径 r 、ワークWの曲面の底径 d のうちのいずれか1つが判っている場合には、2種類の直径が異なる基準球15を用意すれば良い。

【0042】次に、本発明に係る曲面測定方法のさらに別の実施例を図5に基づいて説明する。この実施例が上述した二つの実施例と異なる点は、概略、上述した二つの実施例が異なる径の基準球を用意し、各基準球を拘束

部材とワークとの間に拘束した際の基準位置から拘束面までの距離を測定するものであることに對し、この実施例においては、異なる径の拘束部材60a, 60b, 60cを用意し、所定の径を有する単一の大きさの基準球15dを各拘束部材60a, 60b, 60cによってワークWとの間に拘束し、その際の基準位置Sから拘束面までの距離を測定することにある。なお、上述した実施例と同様の部分については説明を省略し、上述した実施例と異なる部分についてのみ説明する。

【0043】ワークWの曲面の曲率と曲率中心位置の両方を求める場合においては、図5(a)(b)(c)に示すように、拘束部材は半径が異なる Y_{31} , Y_{32} , Y_{33} の3種類以上のものが用意され、基準球15dは直径 D_0 を有する単一の大きさのものが用いられる。なお、この実施例においては、図3に示した実施例と同様に、ワークWの基準位置SがワークWの上端面に設定されてい

$$\{ (D_0/2) + (d/2) + r - Y_{31} \}^2 + \{ X_{31} + (D_0/2) - L \}^2 = \{ r - (D_0/2) \}^2 \dots\dots \blacksquare$$

【0046】また、半径 Y_{32} を有する拘束部材60bを用いた場合(図5(b)参照)および半径 Y_{33} を有する拘束部材60cを用いた場合(図5(c)参照)のワークW

$$\begin{aligned} & \{ (D_0/2) + (d/2) + r - Y_{32} \}^2 + \{ X_{32} + (D_0/2) - L \}^2 \\ & = \{ r - (D_0/2) \}^2 \dots\dots \blacksquare \\ & \{ (D_0/2) + (d/2) + r - Y_{33} \}^2 + \{ X_{33} + (D_0/2) - L \}^2 \\ & = \{ r - (D_0/2) \}^2 \dots\dots \blacksquare \end{aligned}$$

【0047】ワークWの基準位置Sから曲率中心 R_0 までの距離 L 、曲率中心 R_0 からワークWの曲面の曲率半径 r 、ワークWの曲面の底径 d の3つの未知数は、上述した3つの式■ ■ ■によって求められる。

【0048】なおこの実施例においては、ワークWの曲面の曲率半径 r と曲率中心位置 R_0 とを求めるために、3種類の半径が異なる拘束部材を用いた場合について説明したが、上述した実施例と同様に、半径が異なる拘束部材の種類を多くすれば、測定精度が向上することは勿論である、また、ワークWの上端面から曲率中心 R_0 までの距離 L 、曲率中心 R_0 からワークWの曲面の曲率半径 r 、ワークWの曲面の底径 d のうちのいずれか1つが判っている場合には、2種類の半径が異なる拘束部材60を用意すれば良い。

【0049】以上、各実施例によって説明したように、本発明に係る曲面測定方法は、ワークWの基準位置Sから曲率中心 R_0 までの距離 L 、曲率中心 R_0 からワークWの曲面の曲率半径 r 、ワークWの曲面の底径 d の3つの未知数を算出するためには、基準球、または、拘束面を3種類の径の異なるものに変え、それぞれについての基準位置Sから基準球をワークWの曲面との間に拘束する拘束面までの距離を測定することによって、ワークWの曲面の曲率半径 r と曲率中心位置 R_0 とを求めることができる。

【0050】

る。

【0044】図5(a)は、半径 Y_{31} を有する拘束部材60aを用いて拘束部材60aの水平拘束面HとワークWの基準位置Sとの距離 X_{31} を測定する状態を示したものである。図において、 K_{31} は基準球15dの中心、 P_{31} は基準球15dの中心 K_{31} から拘束部材60aの水平拘束面Hに対して引いた垂線とこの垂線と直角に交わるようにワークWの曲面の曲率中心 R_0 から引いた交線との交点を示している。

【0045】図5(a)中の各辺 R_0P_{31} 、 $P_{31}K_{31}$ 、 $K_{31}R_0$ の長さは、次式のように表すことができる。

$$R_0P_{31} = (D_0/2) + (d/2) + r - Y_{31}$$

$$P_{31}K_{31} = X_{31} + (D_0/2) - L$$

$$K_{31}R_0 = r - (D_0/2)$$

そして、各辺 R_0P_{31} 、 $P_{31}K_{31}$ 、 $K_{31}R_0$ の関係は、三平方の定理を適用させると次式■の関係が成り立つ。

の基準位置Sと各拘束部材の水平拘束面Hとの距離 X_{32} および X_{33} を測定し、式■と同様に三平方の定理を適用させると次式■および■の関係が成り立つ。

【発明の効果】本発明の曲面測定方法によれば、基準球、または、拘束面の少なくとも一方の径を可変とし、複数の基準球を拘束面とワークの曲面との間に拘束し、各径に対して設定されたワークの基準位置から基準球の拘束面までの距離を測定することによって、ワークの曲面の曲率半径と曲率中心の位置を容易に求めることができる。また、本発明の曲面測定方法によれば、ワークの曲面の曲率半径と曲率中心の位置を求めるために必要な測定を、簡単な構造の測定装置によって行うことができる等、特別な効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の曲面測定装置の正面図である。

【図2】本発明の曲面測定装置の主要部を示す縦断側面図である。

【図3】本発明の曲面測定装置において、各径の基準球を用いてワークの曲面を測定する状態を示す概略図である。

【図4】本発明の別の実施例の曲面測定装置において、各径の基準球を用いてワークの曲面を測定する状態を示す概略図である。

【図5】本発明の別の実施例の曲面測定装置において、各半径の拘束部材を用いてワークの曲面を測定する状態を示す概略図である。

【符合の説明】

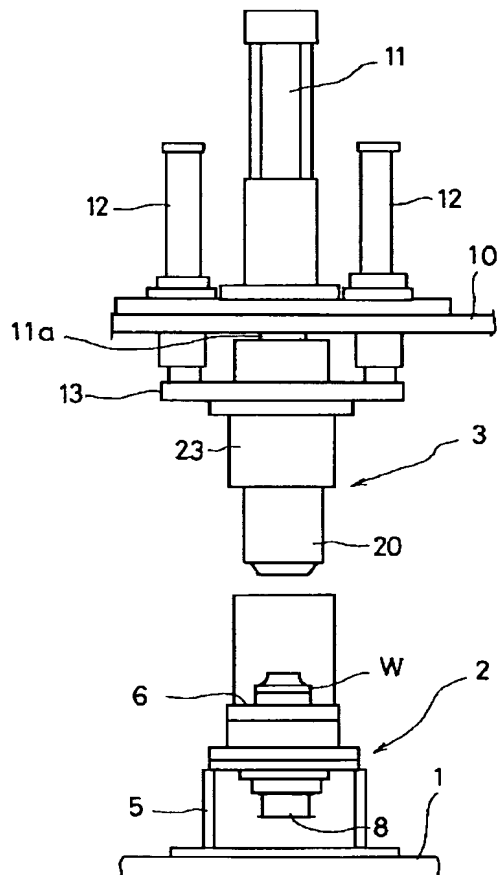
50 15 基準球

20, 51, 60 拘束部材
H 水平拘束面
V 垂直拘束面
W ワーク
S ワークの基準位置

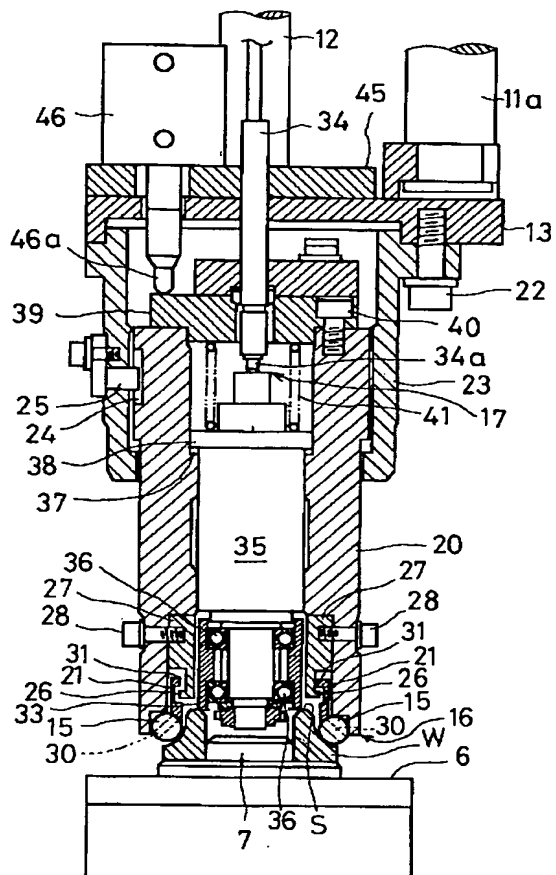
X ワークの基準位置から基準球の拘束面の距離
 r ワークの曲率半径
 R_0 ワークの曲面の曲率中心
 L ワークの基準位置から曲率中心の距離

05

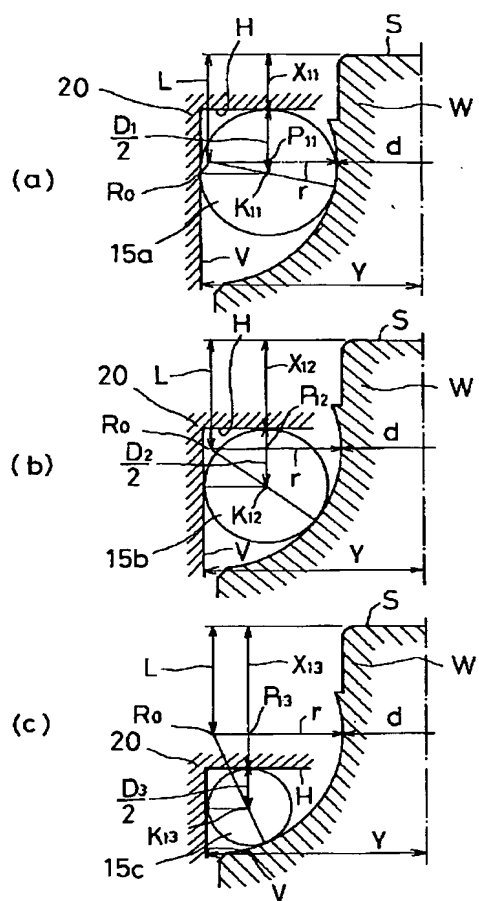
【図 1】



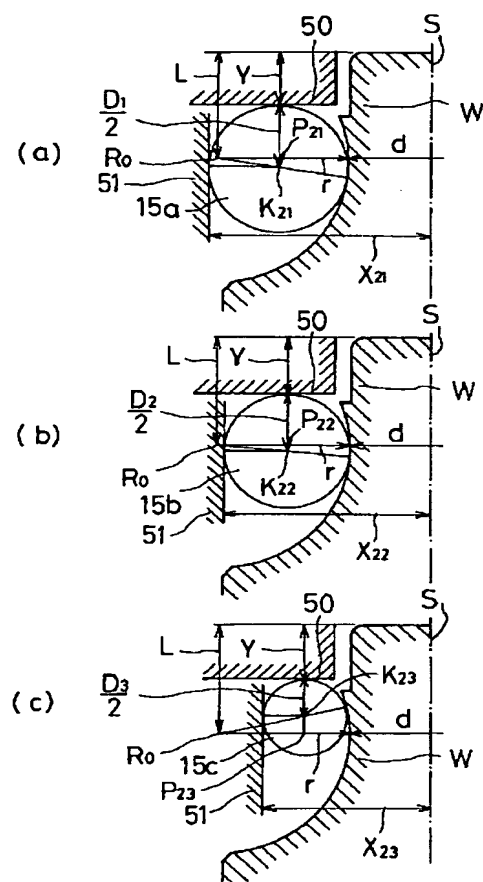
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

